



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 41 25 299 C 2

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 60 J 5/04

②① Aktenzeichen: P 41 25 299.3-21  
②② Anmeldetag: 31. 7. 91  
④③ Offenlegungstag: 4. 2. 93  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 9. 98

DE 41 25 299 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

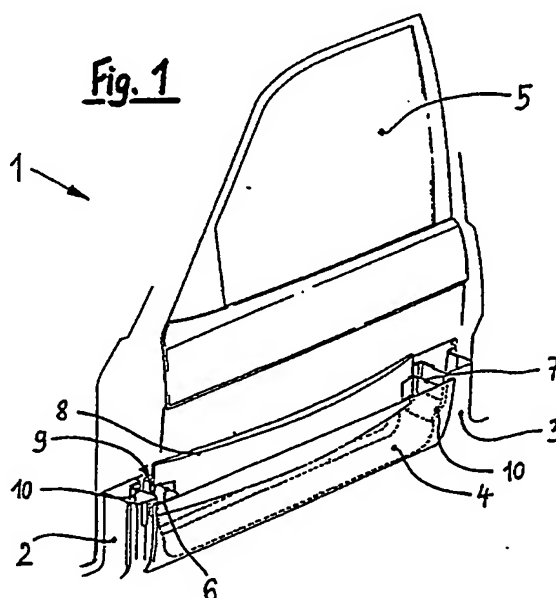
⑦② Erfinder:  
Altmann, Otto, 8011 Kirchseeon, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-AS 22 15 674  
DE 40 32 992 A1  
DE 31 31 778 A1  
DE-OS 24 14 114

⑤④ Tür für ein Kraftfahrzeug mit Aufprallschutz

⑤⑦ Tür für ein Kraftfahrzeug mit Aufprallschutz, die zwischen einem ersten und einem zweiten vertikalen Pfosten und oberhalb eines die Pfosten verbindenden Längsträgers (Schwellers) einer Fahrzeugkarosserie angeordnet ist, mit einer zwischen Türaußenblech und Türinnenverkleidung verdeckt liegenden Verstärkungseinrichtung, die horizontal in Längsrichtung der Tür angeordnet, im Bereich des vorderen und/oder rückwärtigen Randes der Tür geführt und im Ausgangszustand im wesentlichen bogenförmig in Richtung der Türaußenseite gewölbt ist sowie annähernd bündig mit dem Rand der Tür abschließt, wobei bei einem äußeren Aufprall senkrecht zur Tür die Verstärkungseinrichtung infolge Durchbiegung mit zumindest einem ihrer Endabschnitte am Rand der Tür hervortritt und in zumindest einen der beiden Pfosten und/oder den Schweller eingreift, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungseinrichtung (8) aus faserverstärktem Kunststoff mit mehreren Kunststoffschichten (22 bis 24) besteht, deren Verstärkungsfasern (27) in Richtung der Türinnenseite (21) abnehmende Bruchdehnung aufweisen.



DE 41 25 299 C 2

## DE 41 25 299 C2

1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Tür für ein Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Konstruktion ausgeprägter Knautschzonen im Front- und Heckbereich ist bei modernen Fahrzeugen ein eigenes Entwicklungsziel. Durch die vor und hinter der Fahrgastzelle vorhandene Blechstruktur ist es heute möglich, Fahrzeuge mit einem hohen Potential passiver innerer Sicherheit bei Front- und Heckkollisionen zu entwickeln. Bei seitlichen Kollisionen hingegen bereitet der Insassenschutz aufgrund der kleinen zur Verfügung stehenden Deformationswege und des geringen Absorptionsvermögens der Seitenstruktur eines Fahrzeuges größere Probleme.

Die häufigste Maßnahme zum Schutz der Insassen bei seitlichen Kollisionen mit anderen Fahrzeugen und bei Aufprallvorgängen ist eine Versteifung der Kfz-Seitentür. So sind vor allem in die Tür eingesetzte Profile, die in Fahrzeugquerrichtung eine hohe Steifigkeit und/oder ein hohes Energieaufnahmevermögen besitzen, bekannt, beispielsweise aus der DE 40 32 992 A1. Neben metallischen Verstärkungen mit beispielsweise kasten-, rinnen- oder U-förmigem Querschnitt kommen auch Verstärkungselemente aus Kunststoff oder in Metall-Kunststoff-Verbundbauweise, zum Teil mit Schaumstoffausschäumung, zum Einsatz, so z. B. in der DE-OS 24 14 114. Die Verstärkungselemente sind in vielen Fällen als Längsträger ausgebildet; daneben sind flächige, gitterförmige, kreuzförmige, bandförmige und seilartige Konstruktionen bekannt. Des weiteren werden Rammleisten an der Außenseite von Fahrzeugen sowie Polsterungen an der Innenseite von Fahrzeugtüren verwendet.

Eine Versteifung alleine der Seitentüren von Kraftfahrzeugen ist jedoch nicht ausreichend, da hier die Gefahr besteht, daß bei entsprechender äußerer Krafteinwirkung die Seitentür durch den Türausschnitt durchgedrückt wird und so der Überlebensraum der Insassen drastisch eingeengt wird.

Der Stand der Technik kennt eine Reihe von Maßnahmen, die geeignet sind, auf die Seitentür einwirkende Kräfte auf die Fahrzeugkarosserie zu übertragen. Durch entsprechend große Überlappung zwischen Tür und Türausschnitt, durch gezielten Formschluß beispielsweise zwischen Türunterkante und Schweller, durch aus dem Rand der Tür herausragende Bolzen, die im Kollisionsfall in verstärkte Aussparungen des Türausschnittes eingreifen, durch Wegbegrenzung der Tür über Anschläge am Sitz oder den Sitzschienen oder durch Abstützung der Tür an Böcken im Schweller- oder Säulenbereich, etc., soll hierbei verhindert werden, daß die Tür in die Fahrgastzelle eindringt.

Aus der DE-AS 22 15 674 ist im besonderen eine Fahrzeugtür mit einer innerhalb der Tür angeordneten Verstärkungseinrichtung bekannt. Die Verstärkungseinrichtung besteht aus einem nach außen gewölbten Träger, dessen Endabschnitte bei einer durch einen äußeren Aufprall bewirkten Überführung des Trägers in seine gestreckte Lage in die Pfosten der Türrahmen eindringen. Der Träger besteht vorzugsweise aus profiliertem Stahlblech, das durch Walzen und/oder Pressen hergestellt ist.

Nachteilig bei dieser bekannten Verstärkungseinrichtung ist, daß das Energieaufnahmevermögen der Verstärkungseinrichtung beschränkt ist und die Verstärkungseinrichtung ein relativ hohes Eigengewicht besitzt.

2

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Faserverstärkte Kunststoffe zeichnen sich durch hohe massenspezifische Energieaufnahme aus, so daß bei der Verstärkungseinrichtung nach Anspruch 1 trotz geringem Eigengewicht im Crashfall der Abbau hoher Energien möglich ist. Wird im Crashfall die bogenförmige Verstärkungseinrichtung gestreckt, so ergeben sich unterschiedliche Dehnungen der innen- und außenliegenden Verstärkungsfasern. Um dennoch bei äußerer Krafteinwirkung einen einheitlichen Energieabbau und ein gleichartiges Deformationsverhalten zu erzielen, weisen die Verstärkungsfasern der einzelnen Kunststoffschichten unterschiedliche, nämlich in Richtung der Türinnenseite abnehmende Bruchdehnungen auf.

Zwar ist aus der DE 31 31 778 A1 ein Verfahren zur Herstellung eines energieabsorbierenden Bauteils aus harzgetränkten Fasersträngen bekannt, jedoch findet sich in dieser Schrift kein Hinweis zur Herstellung und zur Verwendung der erfindungsgemäßen Verstärkungseinrichtung. Die DE 31 31 778 A1 beschreibt lediglich ein Verfahren, wonach mit Hilfe eines Spannrahmens harzgetränkte Faserstränge nacheinander so eingebracht werden, daß eine dreilagige Struktur mit Zwischenräumen zwischen den einzelnen Lagen entsteht. Diese Struktur weist in Querrichtung einen homogenen Aufbau auf und ist nicht geeignet, im Crashfall die Tür mit dem Pfosten des Türrahmens zu verbinden; vielmehr dienen die für den Herstellungsprozeß erforderlichen Unterlegscheiben und Abstandshalter gleichzeitig als Befestigungsstellen, um das Bauteil beispielsweise im Inneren einer Fahrzeugtür unbeweglich fixieren zu können.

Als Pfosten werden im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung diejenigen annähernd vertikal verlaufenden Abschnitte der Fahrzeugkarosserie bezeichnet, die unmittelbar den Türausschnitt bilden, auch im Bereich unterhalb der Seitenscheiben, wo die Pfosten nahtlos in die flächige Seitenstruktur einer Fahrzeugkarosserie übergehen. Der Begriff Pfosten ist somit in gleicher Weise auch auf Coupé-Fahrzeuge ohne B-Säule oder generell auf Cabrio-Fahrzeuge anzuwenden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand mehrerer schematischer Zeichnungen nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Seitenansicht mit integrierter Schnittdarstellung eines Kraftfahrzeugs auf den Bereich einer vorderen Tür mit einer verdeckt liegenden Verstärkungseinrichtung;

Fig. 2 eine Darstellung eines Längsschnittes durch die vordere Tür und die angrenzende Fahrzeugkarosserie gemäß Fig. 1 entlang der Mittellinie der Verstärkungseinrichtung;

Fig. 3 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung unter der Maßgabe einer äußeren Krafteinwirkung auf die Tür;

Fig. 4 eine perspektivische Schnittdarstellung im Bereich einer Durchtrittsöffnung für einen Endabschnitt der Verstärkungseinrichtung;

Fig. 5 eine perspektivische Schnittdarstellung durch die Verstärkungseinrichtung der Fig. 2 entlang der Linie A-A;

Fig. 6 eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts

## DE 41 25 299 C2

3

4

aus Fig. 5.

In Fig. 1 ist eine vordere Tür 1 an der linken Seite eines Kraftfahrzeuges dargestellt. Der Türausschnitt wird durch zwei annähernd vertikal verlaufende Pfosten, die sogenannte A-Säule 2 und die B-Säule 3, sowie durch einen horizontal angeordneten Schweller 4 und einen nicht dargestellten Abschnitt eines Fahrzeugdaches gebildet. Eine Verstärkungseinrichtung 8 ist — von außen nicht sichtbar — im Hohlraum der Blechstruktur der Tür 1 unterhalb der Scheibe 5 horizontal in Längsrichtung der Tür 1 angeordnet und bogenförmig in Richtung der Türaußenseite gewölbt. Die Verstärkungseinrichtung 8 weist in der lotrechten Seitenansicht eine annähernd rechteckförmige Gestalt auf mit einer über der Längserstreckung unterschiedlichen Dicke (große Querschnittsfläche in der Mitte; Verjüngung zu den Enden hin). Die Verstärkungseinrichtung 8 reicht vom vorderen Rand 6 bis zum rückwärtigen Rand 7 der Tür 1 bei einer Vertikalerstreckung, die zumindest den Bereich der Stoßfängerhöhen üblicher Kfz abdeckt. Durchtrittsöffnungen 9 am vorderen und rückwärtigen Rand 6 bzw. 7 der Tür 1 ermöglichen, daß die Endabschnitte der Verstärkungseinrichtung 8 im Falle äußerer Krafteinwirkung aus der Tür 1 heraustreten und in Aussparungen 10 der A- bzw. B-Säule 2, 3 eingreifen können.

Fig. 2 zeigt als Längsschnitt durch die Tür 1 die Anordnung der Verstärkungseinrichtung 8 im Hohlraum der Tür 1 zwischen dem Türaußenblech 11 und der Türinnenverkleidung 12. Die Verstärkungseinrichtung 8 wird von Führungen 13 jeweils am vorderen und rückwärtigen Rand 6 bzw. 7 der Tür 1 und einem Abstützelement 15 in der Türmitte geführt und ist zwischen den beiden äußeren Führungen 13 bogenförmig in Richtung der Türaußenseite 20 gewölbt. Die Sehnenlänge der bogenförmigen Verstärkungseinrichtung 8 entspricht dabei in etwa der Längserstreckung der Tür 1. Verschlüsselemente 14 an den beiden vertikalen Türändern 6 und 7 verschließen die Durchtrittsöffnungen 9. Auf der Höhe dieser Durchtrittsöffnungen 9 befinden sich die entsprechenden Aussparungen 10 in der A-Säule 2 bzw. der B-Säule 3 oder sie liegen an einer Seite fest an (Festlager), z. B. im Bereich B-Säule und sind zur A-Säule hin frei beweglich.

Fig. 3 zeigt die Deformation der Verstärkungseinrichtung 8 beim seitlichen Aufprall eines Kollisionspartners 16. Wirkt durch einen seitlichen Aufprall mit entsprechender Energie eine äußere Kraft in Richtung des Pfeils 17 auf die Tür 1 und damit die Verstärkungseinrichtung 8, so nimmt die Verstärkungseinrichtung 8 eine annähernd gestreckte Lage ein, wodurch die Endabschnitte der Verstärkungseinrichtung 8 durch die Durchtrittsöffnungen 9 der Tür 1 hindurchtreten und formschlüssig in die Aussparungen 10 der beiden Pfosten 2 bzw. 3 eingreifen, wobei der Eingriff einseitig oder beidseitig erfolgen kann.

Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch die Tür 1 und die B-Säule 3 im Bereich der Durchtrittsöffnung 9 am hinteren Rand 7 der Tür 1. Die Durchtrittsöffnung 9 wird durch ein Verschlüsselement 14 abgedeckt. Das Verschlüsselement 14 besitzt in dem Bereich, der dem Endabschnitt der Verstärkungseinrichtung 8 zugewandt ist, eine annähernd lotrechte Durchtrittsfläche 19 mit nur sehr geringer Materialdicke, so daß in Bewegungsrichtung 18 der Endabschnitte der Verstärkungseinrichtung 8 kein nennenswerter Widerstand entgegengesetzt wird. In Fig. 4 ist des weiteren die untere Hälfte der Führung 13 sowie ein verdeckt im Inneren der B-Säule 3

angebrachtes Verstärkungsblech 28 dargestellt.

Zur sicheren Funktion der oben beschriebenen Einrichtung muß die Verstärkungseinrichtung 8 ausreichend gewölbt sein, um durch äußere Krafteinwirkung eine entsprechende Differenzlänge zwischen der Sehnenlänge des Bogens und der gestreckten Lage erzeugen zu können, so daß eine wirksame Überdeckung zwischen den Endabschnitten der Verstärkungseinrichtung 8 und den beiden Pfosten 2 und 3 entsteht. Die Führungen 13 verhindern das unerwünschte Auswandern der Verstärkungseinrichtung 8 nach oben oder unten und legen somit die Bewegungsrichtung 18 fest. Das Abstützelement 15 hingegen dient lediglich der Einhaltung der Ruhelage der Verstärkungseinrichtung 8 und verhindert Klappergeräusche durch Relativbewegungen zwischen dem Türaußenblech 11 und der Verstärkungseinrichtung 8. Angesichts der beträchtlichen Kräfte, die über die Verstärkungseinrichtung 8 auf die Pfosten 2 und 3 übertragen werden, ist es erforderlich, nicht nur die Aussparungen 10 in den Pfosten 2 und 3 mit Verstärkungsblechen 28 zu verstärken, sondern die gesamte Struktur der Pfosten 2 und 3 steifer zu gestalten. Die Aussparungen 10 müssen in Richtung der Fahrzeugaußenseite offen sein, um auch nach der Seitenkollision das Öffnen der Seitentüren zu ermöglichen, da die Verstärkungseinrichtung 8 aufgrund der elastisch-plastischen Verformung ihre gestreckte Lage beibehält. Dabei ist es möglich, aus optischen Gründen die Aussparungen 10 durch Kunststoffabdeckungen geringer Steifigkeit so zu verkleiden, daß die Aussparungen 10 während der normalen Benutzung nicht offenliegen. Eine derartige Kunststoffabdeckung müßte so beschaffen sein, daß sie durch die herausverlagerten Endabschnitte der Verstärkungseinrichtung 8 zerstört wird und auf keinen Fall die aus Sicherheitsgründen unabdingbare Forderung einer ungehinderten Türöffnung nach einem Unfall behindert.

Die Verstärkungseinrichtung 8 weist gemäß Fig. 1 mit 3 eine über der Längserstreckung unterschiedliche Dicke auf. Je nach Aufbau und Auslegung der Verstärkungseinrichtung 8 kann diese Ausführungsform mit großer Querschnittsfläche in der Mitte und Verjüngung zu den Enden hin vorteilhaft sein. Denkbar ist jedoch ebenso eine in Längsrichtung gleichbleibende Bauteildicke.

Neben den für die Funktion der Verstärkungseinrichtung 8 erforderlichen geometrischen Eigenschaften sind folgende Materialeigenschaften von großer Bedeutung: Aufgrund der sehr geringen zur Verfügung stehenden Deformationswege an Fahrzeugseitentüren muß die Verstärkungseinrichtung 8 selbst ein hohes Energieaufnahmevermögen besitzen. Zudem ist eine hohe mechanische Festigkeit gegen Biegung und Abscheren erforderlich, um die Aufprallkräfte auf die Karosserie übertragen zu können. Für diese beiden hauptsächlichen Anforderungen erweist sich der Aufbau einer Verstärkungseinrichtung 8 aus faserverstärktem Kunststoff gemäß Fig. 5 und 6 als vorteilhaft.

In Fig. 5 ist eine Verstärkungseinrichtung 8 schematisch im Querschnitt dargestellt. In Längsrichtung und in ihrer vertikalen Erstreckung zeigt die Verstärkungseinrichtung 8 einen homogenen Aufbau; in Querrichtung hingegen besteht sie aus drei unterschiedlichen Kunststoffschichten 22 mit 24. Jede dieser Kunststoffschichten 22 mit 24 besteht aus einem Matrixkunststoff 25 aus Duroplasten oder Thermoplasten, der mit jeweils unterschiedlichen langgestreckten Verstärkungsfasern 27 gefüllt ist (siehe Fig. 6). Die der Türaußenseite 20 zugewandte Kunststoffschicht 22 ist mit Glasfasern (Bruch-

## DE 41 25 299 C2

5

dehnung  $\epsilon$  ca. 3 bis 8%) verstärkt; die mittlere Kunststoffschicht 23 ist mit Kevlarfasern ( $\epsilon$  ca. 2 bis 6%) gefüllt; die der Türinnenseite 21 zugewandte Kunststoffschicht 24 ist mit Kohlenstofffasern ( $\epsilon$  ca. 0,5 bis 3%) verstärkt.

Die oben beschriebene beispielhafte Abfolge von Verstärkungsfasern 27 wird aus folgendem Grund vorgeschlagen: Wegen der Wölbung der bogenförmigen Verstärkungseinrichtung 8 in Richtung der Fahrzeugaußenseite und damit einhergehender unterschiedlicher Dehnung innen- und außenliegender Verstärkungsfasern 27 bei der Durchstreckung des Bogens müssen die Verstärkungsfasern 27 der einzelnen Kunststoffschichten unterschiedliche Bruchdehnungen aufweisen, um bei äußerer Krafteinwirkung insgesamt einen einheitlichen Energieabbau und ein gleichartiges Deformationsverhalten zu erzielen.

Fig. 6 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des Querschnitts der Verstärkungseinrichtung 8 im Bereich der Kunststoffschicht 23. Die Kunststoffschicht 23 besteht ihrerseits aus mehreren Kunststofflagen 26. Innerhalb einer Kunststofflage 26 sind die langgestreckten unidirektionalen Verstärkungsfasern 27 einheitlich ausgerichtet und in den Matrixkunststoff 25 eingebettet. Die Verstärkungsfasern 27 benachbarter Kunststofflagen 26 verlaufen nicht parallel, sondern kreuzen sich bzw. sind nach einem Lagenaufbauplan auszurichten; anzustreben ist ein Winkelpersatz von mindestens  $15^\circ$  zwischen aufeinanderliegenden Kunststofflagen 26. In Fig. 6 sind die einzelnen Kunststofflagen 26 jeweils um  $30^\circ$  gegeneinander verdreht, um entsprechende Spannungs- und Versagensfelder gezielt aufzubauen.

Wesentlich ist in diesem Zusammenhang, daß jede Kunststoffschicht für sich einen symmetrischen Aufbau besitzt, um innere Spannungen zu vermeiden (Bimetalleffekt). Im Beispiel der Fig. 6 sind daher mindestens sechs Kunststofflagen erforderlich, um einen symmetrischen Aufbau zu erzielen. Bei einer Einzellagendicke von z. B. 0,125 mm werden für eine beispielsweise angestrebte Dicke von ca. 1,5 mm für jede der Kunststoffschichten 22 mit 24 jeweils zwölf Kunststofflagen 26 benötigt.

Durch den beschriebenen multidirektionalen Lagenaufbau werden die richtungsabhängigen Festigkeitseigenschaften der langgestreckten Verstärkungsfasern ausgeglichen, so daß sich für eine symmetrisch aufgebaute Kunststoffschicht in bezug auf eine bestimmte Belastung einheitliche Festigkeitseigenschaften ergeben. Für die Anwendung als Verstärkungseinrichtung 8 ist neben einer großen Steifigkeit auch ein hohes Energieaufnahmevermögen von Bedeutung. Es sollten Kräfte von mindestens 15 kN aufgenommen werden, bevor die Verstärkungseinrichtung 8 versagt.

Diese Forderung nach einer hohen Energieaufnahme  $E$  bei geringer Eigenmasse  $m$  (hohe massenspezifische Energieaufnahme  $E/m$ ) erfüllen die faserverstärkten Kunststoffschichten 22 mit 24 in idealer Weise: Bei Verwendung von Verstärkungsfasern 27 mit sehr kleinem Durchmesser ( $d$  ca. 7 bis 25  $\mu\text{m}$ ) ist es möglich, eine hohe Anzahl einzelner Verstärkungsfasern 27 in den Matrixkunststoff 25 einzubetten, so daß sich insgesamt eine sehr große Verstärkungsfaseroberfläche ergibt, die sich mit dem Matrixkunststoff 25 verbindet. Wirkt auf die bogenförmig gewölbten Kunststoffschichten 22 mit 24, die so hergestellt sind, daß sie in ihrer gewölbten Ausgangslage nahezu frei von inneren Spannungen sind, eine äußere Kraft, die versucht, die bogenförmige Kunststoffschichten in eine gestreckte Lage zu bringen,

6

so findet zunächst eine elastische Verformung in Richtung der Kraft statt. Bei zunehmender äußerer Kraft wird der elastische Bereich jedoch bald verlassen, so daß nunmehr eine interlaminae Scherbewegung zwischen den Verstärkungsfasern 27 und dem Matrixkunststoff 25 stattfindet. Aufgrund der enorm großen Kontaktfläche zwischen Verstärkungsfasern 27 und Matrixkunststoff 25 kann durch diese plastische Verformung innerhalb des faserverstärkten Kunststoffes eine sehr hohe Energie abgebaut werden. Infolge der oben beschriebenen besonderen inneren Struktur der Verstärkungseinrichtung 8 ist es möglich, im Vergleich zu metallischen Verstärkungseinrichtungen bei geringerem Eigengewicht deutlich höhere Energien zu vernichten (sehr hohes Energieaufnahmevermögen von Faserverbundstrukturen).

Ein auf die Verstärkungseinrichtung 8 gerichteter Aufprallvorgang spielt sich demzufolge in drei Phasen ab:

Der Vorgang der Energiespeicherung während der anfänglichen elastischen Verformung des faserverstärkten Kunststoffes vermag nur einen geringen Anteil der Aufprallenergie aufzunehmen. Es werden aber in dieser Phase für den Menschen gefährliche Beschleunigungen bzw. Verzögerungen innerhalb bestimmter Zeitabschnitte (Millisekundenbereich) erheblich reduziert (z. B. HIC-Kriterien).

Wesentlich ist in der zweiten Phase der Energieabbau durch interne Schervorgänge zwischen den Verstärkungsfasern 27 gegenüber dem Matrixkunststoff 25, wodurch in Relation zur sehr geringen Masse des faserverstärkten Kunststoffes immense Energien vernichtet werden können.

Wird die Bruchdehnung der Verstärkungsfasern überschritten, so kommt es in der dritten Phase zum Bruch der Verstärkungseinrichtung 8.

Die Verstärkungseinrichtung 8 ist hinsichtlich Steifigkeit, Energieaufnahmevermögen und Bruchverhalten auf die Steifigkeit der gesamten Fahrzeugkarosserie gegenüber seitlichen Aufprallvorgängen abzustimmen, um einerseits die Verstärkungseinrichtung 8 nicht zu steif auszubilden und andererseits das Energieaufnahmevermögen des faserverstärkten Kunststoffes möglichst optimal ausnutzen zu können.

Die Herstellung der einzelnen Kunststoffschichten 22 mit 24 erfolgt durch lagenweisen Aufbau. Die parallel ausgerichteten Verstärkungsfasern 27 einer Kunststofflage 26 werden mit thermoplastischem oder duroplastischem Kunststoff wie ABS, PC, SNA, PET, PBT, PS, PA6, PA66, POM, usw. bzw. EP, UP, PU usw. getränkt. Die einzelnen Kunststofflagen 26 und die Kunststoffschichten 22 bis 24 werden in der gewünschten Weise zusammengefügt und durch Pressen, Sintern oder Heißschmelzen in die gewünschte Form gebracht. Der Fasergehalt sollte zwischen 40 Vol.% und 70 Vol.% betragen.

Neben den oben beschriebenen, mit bestimmten Orientierungswinkeln gerichteten einzelnen Faserlagen ist für die Herstellung einer Verstärkungseinrichtung 8 auch die Verwendung sogenannter Langfasern oder vorgefertigter Faserstränge bzw. Bänder möglich.

Die Verstärkungseinrichtung 8 weist im oben beschriebenen Ausführungsbeispiel eine rechteckförmige Gestalt auf. Vorzugsweise kommen jedoch auch parabel- oder hyperbelförmige Verstärkungseinrichtungen 8 zum Einsatz, die nach dem Prinzip querschnittsgleicher Spannungsverteilung aufgebaut sind.

Eine Verstärkungseinrichtung 8 kann ferner so mit der Tür 1 verbunden sein, daß ein Endabschnitt der

## DE 41 25 299 C2

7

Verstärkungseinrichtung 8, z. B. am vorderen Rand 6 der Tür 1, bereits im nicht aktivierten Zustand aus der Tür 1 ragt (Festlager; z. B. Verschraubung mit der Tür 1 oder einer Rammleiste an der Tür 1) und der andere Endabschnitt der Verstärkungseinrichtung 8 über eine Führung 13 beweglich mit der Tür verbunden ist (Loslager).

Neben einer einteilig ausgeführten Verstärkungseinrichtung 8 ist es ebenso denkbar, mehrere einzelne Verstärkungseinrichtungen vertikal übereinander anzuordnen, wodurch Steifigkeit, Deformationsverhalten und Energieabsorption abschnittsweise definiert werden können. Damit verbunden ist jedoch ein erhöhter konstruktiver Aufwand, höhere Kosten und unter Umständen ein verschlechtertes Kraftübertragungsverhalten bei Kollisionspartnern 16 mit in vertikaler Richtung stark begrenzter Aufprallfläche.

Als Nebeneffekt einer nach Fig. 1 mit 4 flächig ausgeführten Verstärkungseinrichtung 8 wird eine Schallpegelreduzierung im Fahrzeuginnern erreicht, da Geräusche von außerhalb des Fahrzeugs, insbesondere Reifenabrollgeräusche, gedämmt werden.

## Patentansprüche

1. Tür für ein Kraftfahrzeug mit Aufprallschutz, die zwischen einem ersten und einem zweiten vertikalen Pfosten und oberhalb eines die Pfosten verbindenden Längsträgers (Schwellers) einer Fahrzeugkarosserie angeordnet ist, mit einer zwischen Türaußenblech und Türinnenverkleidung verdeckt liegenden Verstärkungseinrichtung, die horizontal in Längsrichtung der Tür angeordnet, im Bereich des vorderen und/oder rückwärtigen Randes der Tür geführt und im Ausgangszustand im wesentlichen bogenförmig in Richtung der Türaußenseite gewölbt ist sowie annähernd bündig mit dem Rand der Tür abschließt, wobei bei einem äußeren Aufprall senkrecht zur Tür die Verstärkungseinrichtung infolge Durchbiegung mit zumindest einem ihrer Endabschnitte am Rand der Tür hervortritt und in zumindest einen der beiden Pfosten und/oder den Schweller eingreift, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungseinrichtung (8) aus faserverstärktem Kunststoff mit mehreren Kunststoffschichten (22 bis 24) besteht, deren Verstärkungsfasern (27) in Richtung der Türinnenseite (21) abnehmende Bruchdehnung aufweisen.

2. Tür nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Verstärkungsfasern (27) in der Kunststoffschicht im Bereich der konvexen Seite der Verstärkungseinrichtung (8) Glasfasern, im Bereich der konkaven Seite Kohlenstofffasern und dazwischen Kevlarfasern eingesetzt sind.

3. Tür nach Anspruch 1 und/oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffschichten (22 bis 24) jeweils aus mehreren Kunststofflagen (26) bestehen, wobei die Verstärkungsfasern (27) innerhalb einer Kunststofflage (26) einheitlich gerichtet sind und die Faserrichtungen benachbarter Lagen einander kreuzen.

4. Tür nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Pfosten (2, 3) und/oder dem Schweller (4) in Richtung der Fahrzeugaußenseite offene Aussparungen (10) vorgesehen sind.

5. Tür nach Anspruch 4 mit Durchtrittsöffnungen für die Endabschnitte der Verstärkungseinrichtung

8

in der Tür, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchtrittsöffnungen (9) und/oder die Aussparungen (10) verschließbar sind.

6. Tür nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pfosten (2, 3) und/oder der Schweller (4) insbesondere im Bereich um die Durchtrittsöffnungen (9) bzw. Aussparungen (10) verstärkt sind.

7. Tür nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der vertikalen Erstreckung der Tür (1) des Kfz mehrere voneinander unabhängige Verstärkungseinrichtungen (8) übereinander angeordnet sind.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

DE 41 25 299 C2

Int. Cl.®:

B 60 J 5/04

Veröffentlichungstag: 5. September 1996

